

MINISTÈRE DE L'INDUSTRIE ET DU COMMERCE.

SERVICE DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE.



BREVET D'INVENTION.

Gr. 12. — Cl. 6.

N° 950.328

Isolément pour matière magnétique.

Société dite : WESTINGHOUSE ELECTRIC CORPORATION résidant aux États-Unis d'Amérique.

Demandé le 7 mai 1947, à 15<sup>h</sup> 55<sup>m</sup>, à Paris.

Délivré le 21 mars 1949. — Publié le 23 septembre 1949.

(Demande de brevet déposée aux États-Unis d'Amérique le 10 mai 1946, aux noms de MM. Fritz John NAGEL et Clifford C. HORSTMAN. — Déclaration du déposant.)

L'invention porte sur l'isolément électrique et concerne plus particulièrement les couches isolantes très adhérentes, de grande résistance ohmique, appliquées sur les matières magnétiques.

Dans la préparation des matières magnétiques, telles que le fer au silicium par exemple, destinées à la construction de noyaux magnétiques, il est nécessaire que les lamelles soient séparées les unes des autres par un isolément électrique pour réduire au minimum les courants de Foucault et obtenir de faibles pertes. L'isolément doit de préférence être une pellicule extrêmement mince pour assurer un facteur de compacité élevé. Dans de nombreux cas, il est en outre nécessaire que la matière isolante appliquée aux lamelles puissent supporter les températures élevées que subissent les noyaux au cours de leur recuit pour éliminer les tensions après montage afin d'améliorer leur rendement. Les températures de recuit atteignent fréquemment 1.200° C et sont rarement inférieures à 600° C. Il est, en plus, grandement désirable que l'isolément pour tôle magnétique soit fortement adhérent et capable de supporter le cintrage, l'érafflement et autre détérioration mécanique, ou le traitement chi-

mique, qui peuvent se rencontrer au cours de la mise en forme de la matière magnétique et l'assemblage des noyaux fabriqués avec celle-ci. La matière magnétique est habituellement coupée, fendue ou découpée à la presse après application de la matière isolante, et ensuite la matière magnétique coupée ou estampée peut être cintrée ou enroulée pour obtenir une structure du noyau déterminée, puis chauffée pour éliminer les tensions. En outre les noyaux assemblés peuvent être soumis à un usinage ou un moulage et dans certains cas à l'attaque aux acides pour enlever les bavures, etc.

L'invention a pour principal objet de pourvoir les surfaces de métaux ferreux de pellicules fortement adhérentes possédant une résistance ohmique élevée.

L'invention découle du fait que l'on s'est aperçu que la matière magnétique ferreuse peut être traitée avec une solution aqueuse contenant une quantité appréciable d'acide phosphorique et un acide inorganique complexe choisi dans le groupe comprenant les acides fluosilicique, silicotungstique et phosphotungstique, et lorsqu'on la chauffe à des températures allant de préférence de 400° C à 1.200° C, il s'accomplit une réaction chimique qui produit à la surface de

la matière magnétique de minces pellicules possédant une résistance ohmique élevée et une extrême dureté, outre de nombreux autres avantages.

5 L'invention ressortira mieux de la description détaillée suivante de plusieurs formes préférées de réalisation, représentées à titre d'exemple sur le dessin ci-annexé, sur lequel :

10 La figure 1 est une vue schématique, partie en coupe, d'un appareil destiné à réaliser l'une des formes de l'invention;

La figure 2 est une coupe transversale fragmentaire très grossie d'une tôle magnétique préparée selon l'invention, et

15 La figure 3 est une vue en plan d'une lamelle estampée.

Selon une forme préférée de l'invention, la matière magnétique ferreuse est recouverte d'une composition aqueuse contenant de 1 à 30 parties en poids d'un acide inorganique choisi parmi le groupe comprenant les acides fluosilicique, silicotungstique et phosphotungstique, et de 10 à 50 parties en poids d'acide orthophosphorique, puis elle est chauffée à environ 400° C ou plus, jusqu'à environ 1.200° C. La composition aqueuse peut contenir ces produits en forte concentration lorsqu'on désire obtenir des couches relativement épaisses. Si l'on désire de minces pellicules, la composition aqueuse peut être, relativement diluée par rapport aux ingrédients acides.

La composition aqueuse peut être appliquée aux métaux ferreux de toutes espèces. Le fer au silicium contenant de 1 % à 7 % de silicium d'un usage très étendu pour la fabrication des noyaux magnétiques, réagit avec la composition au traitement de chauffage pour produire des pellicules minces translucides qui adhèrent très fortement. La tôle de fer au silicium de moins de 0,025 mm jusqu'à 0,625 mm d'épaisseur, ou même une matière plus épaisse, se traite facilement avec la composition. On peut traiter également le métal ferreux contenant de l'aluminium, du cobalt, du nickel, etc. En outre, les fils, barres, attaches, pièces fondues et autres formes de matière ferreuse peuvent être facilement pourvues d'une pellicule isolante par application de la composition acide et chauffage.

Les exemples suivants sont des types d'application de l'invention :

*Exemple I.*

55

Le fer au silicium contenant 3,25 % de silicium est traité avec une solution préparée en mélangeant :

Eau distillée : 50 parties en poids.

Acide fluosilicique à 29 % : 50 parties en poids.

Acide phosphorique à 85 % : 40 parties en poids.

Cette solution est appliquée au fer au silicium dans l'appareil représenté figure 1 du dessin. Un rouleau 10 de tôle de fer au silicium est monté sur un support 12, la tôle au silicium 14 se déroule et passe sur un rouleau-guide 16, puis sous un rouleau 18 monté à l'intérieur d'une cuve 20, au moyen duquel la tôle 14 est immergée dans la solution 22 de composition décrite ci-dessus. La tôle 14 avec la couche de composition aqueuse dont elle s'est recouverte à son passage dans la solution 22, passe entre les rouleaux de compression 24 et 26 composés d'une matière élastique telle que du caoutchouc, qui règlent l'épaisseur de la couche de composition appliquée. La tôle recouverte est ensuite chauffée dans le four 28 à une température de 750° C pendant une minute. Un examen de la tôle après chauffage indique la présence à la surface de la tôle 14 d'une pellicule dure, translucide, d'une épaisseur de l'ordre de 0,002 mm.

On peut ultérieurement former un noyau magnétique avec la tôle recouverte 14 en la faisant passer entre des rouleaux de réglage de tension 30 d'où elle est ensuite enroulée sur un mandrin rectangulaire 32 tournant dans le sens des aiguilles d'une montre. Un rouleau de compression 34 monté élastiquement est utilisé pour serrer les tours 36 afin d'obtenir un noyau magnétique très compact. La matière magnétique peut facilement être enroulée en un noyau tel que 36 dont les coins ont un rayon de l'ordre de 3 mm sans aucune difficulté appréciable. Le noyau enroulé est ensuite recuit pour éliminer les tensions dans un four à une température de l'ordre de 600° C à 1.200° C.

Dans un noyau ainsi fabriqué, le facteur

de compacité a été de 96 à 99 %. La pellicule ne s'est pas fondue ni amollie au cours du recuit, il ne s'est produit entre lamelles aucune adhérence et en conséquence aucune augmentation des pertes par courants de Foucault ne se produisit au moment de l'application de champs de courant alternatif.

Aux essais de résistance ohmique entre contacts appliqués sous une pression de 3,5 kg/cm<sup>2</sup>, on a trouvé que la résistance de la pellicule était l'infini. Même après plusieurs torsions des contacts, la résistance est restée à une valeur extrêmement élevée comprises entre 100 ohms/cm<sup>2</sup> et l'infini. La pellicule présente sur les tôles magnétiques était si dure que les contacts en alliage de cuivre furent usés par frottement après torsion. La dureté de la pellicule est indiquée par le fait que celle-ci n'est pas appréciablement abrasée par le fer ou l'acier.

Un autre avantage du produit recouvert de cette pellicule est sa résistance à l'oxydation. La matière magnétique ferreuse ne s'est pas corrodée même dans des conditions d'humidité et après avoir été exposée pendant des périodes prolongées à des atmosphères provoquant la rouille. Comme les spécialistes le savent, la rouille des lamelles de matière magnétique pose un problème considérable, car elle augmente l'épaisseur relative des lamelles et présente beaucoup d'autres problèmes électriques et de fabrication. Le recouvrement selon l'invention élimine efficacement le problème de la rouille des lamelles ferreuses.

#### Exemple II.

Eau : 50 parties en poids.

Acide phosphorique 85 % : 50 parties en poids.

Acide fluosilicique 29 % : 10 parties en poids.

Après application sur les lamelles de fer magnétique au silicium, et chauffage pendant 30 secondes à 750° C, la composition a donné une pellicule mince de résistance ohmique élevée correspondant à celle de la pellicule de l'exemple I.

#### Exemple III.

Eau : 100 parties en poids;

Acide phosphorique 85 % : 70 parties en poids.

Acide silicotungstique : 15 parties en poids.

Après application sur la tôle magnétique de base, la composition a produit une coloration bleu foncé qui a disparu au chauffage. Après chauffage pendant 2 minutes à 900° C, on a obtenu une mince pellicule translucide d'une épaisseur de 0,002 mm. La pellicule avait une excellente résistance ohmique atteignant l'infini aux essais effectués dans les mêmes conditions que celles décrites au sujet de l'exemple I.

#### Exemple IV.

Eau : 80 parties en poids.

Acide phosphorique 65 % : 90 parties en poids.

Acide phosphotungstique : 15 parties en poids.

Cette composition appliquée aux tôles de fer au silicium et chauffée pendant 2 minutes à 900° C a produit une pellicule d'approximativement 0,002 mm d'épaisseur ayant une dureté extrême et une résistance ohmique élevée.

#### Exemple V.

Eau : 100 parties en poids.

Acide phosphorique 85 % : 70 parties en poids.

Acide silicotungstique : 5 parties en poids.

Cette composition fut appliquée à une matière magnétique ferreuse et chauffée pendant une minute à 900° C. Une pellicule fortement adhérente d'une épaisseur inférieure à 0,002 mm fut obtenue. La résistance ohmique était analogue à celle de l'exemple I.

#### Exemple VI.

Eau : 100 parties en poids.

Acide phosphorique 85 % : 70 parties en poids.

Acide phosphotungstique : 5 parties en poids.

Cette composition appliquée aux lamelles et chauffée à 850° C pendant 1,5 minute a donné une pellicule ayant une résistance ohmique élevée. Cette pellicule était extrêmement mince et translucide.

#### Exemple VII.

Eau : 60 parties en poids.

Acide phosphorique 60 % : 110 parties en poids.

Acide silicotungstique : 15 parties en poids.

Cette composition appliquée sur du fer contenant 3,25 % de silicium et chauffée pendant 2 minutes à 900° C, a produit une pellicule translucide de 0,002 mm d'épaisseur et ayant une résistance ohmique atteignant approximativement l'infini aux essais effectués comme décrit pour l'exemple I.

10 *Exemple VIII.*

Eau : 85 parties en poids.

Acide phosphorique 85 % : 85 parties en poids.

15 Acide silicotungstique : 30 parties en poids.

Après chauffage de la matière magnétique recouverte de cette composition à une température de 900° C pendant une minute, on a obtenu sur celle-ci une pellicule extrêmement dure résistant à l'abrasion. La résistance ohmique s'est révélée supérieure à 100 ohms/cm<sup>2</sup> aux essais effectués selon la procédé de l'exemple I. Les acides fluosilicique, silicotungstique et phosphotungstique peuvent être combinés à l'acide phosphorique individuellement ou en mélanges, la concentration dans la solution aqueuse étant de préférence d'au moins 1 % des acides inorganiques complexes. Les compositions aqueuses sont stables indéfiniment et peuvent être préparées en toutes quantités désirées et utilisées suivant les besoins, puisqu'elles ne se détériorent pas en réserve.

La formule de l'acide fluosilicique est 35  $H^2SiF^6$ . Celle de l'acide silicotungstique employé est  $H^2SiW^{12}O^{40}$ . Des compositions appropriées d'acide phosphotungstique sont données par les formules :  $H^2PW^{12}O^{40}$ ,  $14H^2O$  et  $H^2PW^{12}O^{40}.24H^2O$ . Il est évident 40 que l'on peut employer ces acides complexes, même de compositions variant des formules données ci-dessus, sans que leur utilité dans le procédé décrit ci-dessus soit matériellement affecté.

45 Les figures 2 et 3 du dessin représentant une coupe transversale très grossie de tôles isolées de matière magnétique ferreuse 40 constituées par la matière magnétique 14 proprement dite et de la mince pellicule 50 fortement adhérente 42 de résistance ohmique élevée produite par la réaction de l'acide phosphorique et d'au moins un des

acides inorganiques complexes décrit ci-dessus. La pellicule 42 étant donné son extrême dureté et sa ténacité supportera un degré 55 considérable de cintrage sans se rompre ni s'écailler. On a trouvé, toutefois, que la tôle magnétique 40 peut être estampée ou découpée à la presse en n'importe quel type déterminé de lamelles plates sans aucune 60 perte sérieuse de pellicule adhérente 42. Ainsi, l'estampage 44 représenté figure 3 peut être découpé dans la tôle 40 au moyen d'une presse appropriée. On trouvera que l'isolement 42 sera présent sur sensiblement 65 toute la surface de l'estampage 44. Etant donné l'extrême minceur de la pellicule 42, généralement 0,002 au plus d'épaisseur, on obtient un facteur de compacité favorable à l'empilage des estampages 44 pour fabrication 70 du noyau magnétique.

La pellicule 42 ne se rompra pas au cours de la manutention normale pendant la fabrication. Les diélectriques pour transformateurs tels que l'huile de pétrole raffinée ou 75 les liquides diélectriques halogénés n'ont aucune action sur la pellicule 42. Dans certains cas, le noyau 36 représenté figure 1 peut être coupé, meulé et attaqué à l'acide, tel que l'acide sulfurique ou chlorhydrique 80 par exemple, pour enlever les bavures. Ces acides n'ont absolument aucune action sur la pellicule 42. Les bavures peuvent donc être facilement enlevées à l'acide sans provoquer aucune difficulté du fait de la rouille 85 des lamelles ou autres action néfaste.

RÉSUMÉ.

L'invention porte sur l'isolement électrique et concerne plus particulièrement les pellicules fortement adhérentes, de résistance ohmique élevée, appliquées sur la matière magnétique. 90

L'invention consiste en principe en un procédé de traitement d'un élément de métal ferreux destiné à recouvrir les surfaces 95 de celui-ci d'une pellicule adhérente de résistance ohmique élevée, comprenant l'application sur au moins une des surfaces de l'élément ferreux d'une composition aqueuse de 1 % à 30 % en poids d'un acide inor- 100 ganique choisi dans le groupe composé par les acides fluosilicique, silicotungstique et phosphotungstique, de 10 % à 50 % en

poids d'acide phosphorique, et le complément en eau, et le chauffage de l'élément ferreux recouvert de cette composition pour obtenir la réaction de la composition sur  
5 l'élément ferreux.

L'invention consiste également en un élément de métal ferreux, de tôle magnétique notamment, dont une des faces au moins est recouverte d'une pellicule composée du produit de la réaction avec le métal ferreux  
10 d'une composition aqueuse composée de 10 à 50 parties en poids d'acide phosphorique et de 1 à 30 parties en poids d'un acide inorganique choisi parmi le groupe comprenant les acides fluosilicique, silicotungstique  
15 et phosphotungstique.

L'invention peut également comprendre l'une ou plusieurs des caractéristiques suivantes qui n'ont aucun caractère restrictif :

20 a. Le procédé comporte le chauffage de l'élément ferreux et de la composition appli-

quée à une température comprise entre 400° C et 1.200° C;

b. Le procédé comprend l'application de la composition aqueuse à une tôle de fer  
25 magnétique contenant de 1 % à 7 % de silicium;

c. Le procédé comprend l'application de la composition en une épaisseur capable de donner une épaisseur de pellicule de l'ordre  
30 de 0,002 mm;

d. L'élément est composé de fer au silicium contenant de 1 % à 7 % de silicium;

e. L'élément est chauffé à une température comprise entre 400° C et 1,200° C;  
35

f. La pellicule a une épaisseur de l'ordre de 0,002 mm.

Société dite :

WESTINGHOUSE ELECTRIC CORPORATION.

Par procuration :

Office Jossé.

Fig. 1.

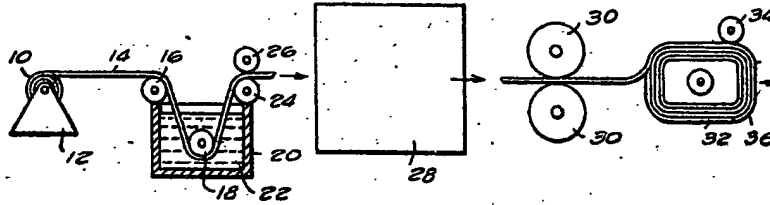


Fig. 2.

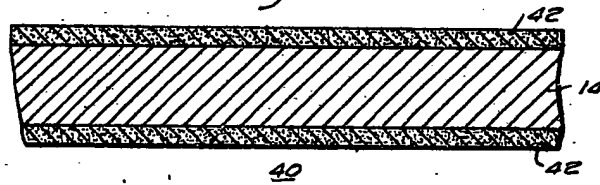


Fig. 3.

